TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

FRM-II SE

Handbuch
Standardofen HTF:

Inhalt:

Inhalt: 1-3
Abbildungsverzeichnis 1-4
1. Allgemeines 1-5
2. Vorbereitung und Inbetriebnahme 2-7
2.1. Vorbereitung 2-7
2.2. Inbetriebnahme 2-8
3. Heizen und Abschalten 3-11
3.1. Heizen 3-11
3.2. Ofen außer Betrieb nehmen 3-13
4. Temperaturregler Eurotherm 2404 4-14
4.1. Automatik-Betrieb 4-15
4.2. Manueller Betrieb 4-15
4.3. Parameter setzen 4-15
Temperatur-Sollwert setzen: 4-15
Ausgangsleistung-Sollwert setzen: 4-15
Ausgangsleistung-oberes Limit setzen: 4-15
4.4. Parameter anzeigen 4-15
Arbeits-Ausgangsleistung im Modus AUTO anzeigen: 4-15
Umschalten Thermoelement 1 oder 2 (bzw. Auswahl Sensorkanal:) 4-16
5. Leybold Combivac IT23 5-16
Messkanal Auswahl 5-16
Maßeinheit umschalten 5-17
Schaltpunkteinstellung 5-17
6. Turbotronik NT20 6-17
7. Frontpanel Alarmmeldungen (VAC, Temp, H2O) 7-19
Rote Lampe “VAC” (Vacuum) blinkt 7-19
Rote Lampe “TEMP“ (Temperatur) blinkt 7-19
Rote Lampe „H2O“ (Kühlwasser) blinkt 7-19
8. Konfigurieren und Grundeinstellungen der Geräte 8-20
8.1. Eurotherm Regler-2404 8-20
Zugriffsebenen 8-20
Full-Ebene: 8-20
Obere Sollwert Temperatur setzten 8-20
Maximale Ausgangsleistung setzen 8-20
Selbstoptimierung der Regelschleife 8-20
8.2. Leybold Combivac IT 23 8-21
Zuteilung Triggerrelais: 8-21
8.3. Turbotronik NT20 8-21
9. Technische Daten Ofen 9-21
9.1. Anschlussdaten 9-21
9.2. Ofenkörper 9-21
9.3. Skizze Ofenkörper 9-22
9.4. Skizze Probenstab 9-23

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anschlüsse des Geräts (Rückseite Schrank)..... 2-8
Abb. 2: Anschlüsse zum Ofen (Rückseite Schrank)..... 2-8
Abb. 3: Anschlüsse Ofendeckel..... 2-9
Abb. 4: Frontansicht Eurotherm 2404..... 4-14
Abb. 5: Frontansicht des Combivac IT 23..... 5-16
Abb. 6: Frontansicht Schaltschrank..... 7-19
Abb. 7: Frontansicht Turbotronik NT 20..... 6-17
Abb. 8: Schnittansicht Standardofen mit Bemaßung..... 9-22
Abb. 9: Probenstab mit Bemaßung..... 9-23

1. Allgemeines

Das vorliegende Handbuch erläutert die grundlegenden Bedienelemente des Hochtemperatur-Ofens. Weiterführende Informationen sind den einschlägigen Bedienungsanleitungen (insbesondere des Temperaturreglers Eurotherm 2404) zu entnehmen.

Mit dem Hochtemperatur-Ofen lassen sich Temperaturen bis ca. 2150 K erreichen. Die Temperatur wird durch Widerstandsheizen eines mit max. 300 A Wechselstrom durchflossenen Niob-(Nb) Heizelementes erzeugt. 5 Nb-Strahlenschilde reduzieren die Strahlungsverluste. Der evakuierbare Ofenkorpus ist aus AlMg3 gefertigt und oberhalb bzw. unterhalb des dünnwandigen (1.5 mm) Strahlfensters wassergekühlt. Die Temperaturmessung erfolgt über zwei W-5% Re/W-26% Re (Typ C) Thermoelemente.

Eine Sicherheitsschaltung überwacht Kühlwasser, Vakuum im Rezipienten und die Temperatur am Ofendeckel im Bereich des Pumpen-Ansaugflansches. Tritt ein Fehler-Zustand auf, wird der Heizstrom abgeschaltet.

Technische Daten siehe Seite 9-21.

Der **betriebsbereite** Ofen umfasst folgende Komponenten:

Ofenkörper

Ofendeckel mit:

- Turbo-Molekularpumpe mit Sicherheitsventil und Belüftungsventil
- Probenstab-Durchführung (KF 50),
- Bajonett-Stromzuführungen,
- Absolutdruck-Transmitter
- Kühlwasserverteiler mit Wasserwächter.

Vakuumtopf mit Kühlwasserleitungen

Steuereinheit (Schrank)

Front:

- Kombivac IT23 zur Anzeige Vakuum im Ofen
- Eurotherm-Regler 2404 zum Regeln der Temperatur
- Turbotronik NT20 zum Steuern der Vor- und Turbopumpe
- Kontrollanzeigen für Vakuum, Temperatur Ofenkörper und Kühlwasser

Rückseite:

- Schnittstelle zu Steuer-, Pumpen-, und Heizleitungen

Vorpumpe

- mobile Drehschiebervakuumpumpe Pfeiffer DUO5 mit Netzkabel

Kabelsatz

Signalleitungs-Kabelstrang (ca. 10m) mit

- Thermoelementleitungen
- Steuerkabel Turbotronik
- Messleitung Absolutdruck-Transmitter ITR (Rezipient)
- Messleitung Absolutdruck-Transmitter S1 (Vorvakuum)
- Stromversorgung Sicherheitsventil (an Turbo-Molekularpumpe)
- Signalleitung Temperaturüberwachung
- Signalleitung Wasserwächter

- Netzkabel (DEE 380V/16A)
- Hochstromkabel für Heizelement

Kühlwasserschläuche

- Schlauch für Vor- und Rücklauf (ca. 10m)

Wellschlauch

- Verbindung Turbo-Molekularpumpe – Vorpumpe (KF 32, 3m)

Der komplette Ofen mit Vorpumpe, Heiz-Stromleitungen und Signalleitungs-Kabelbaum kann im Steuer-Schrank transportiert werden. Der Wellschlauch und die Kühlwasserschläuche müssen getrennt gehandhabt werden.

Zum weiteren Gebrauch:

☞ : Tätigkeit ausführen

☝ :Hinweis, Bemerkung, Warnung

2. Vorbereitung und Inbetriebnahme

2.1. Vorbereitung

☞ Ofen aus Schrank entnehmen.

> ☝ Ofen-Schublade entriegeln (Doppelbart-Schlüssel), Schublade mit Ofen herausziehen. Nach Lösen des Hebels der Ofenbefestigung kann der Ofen entnommen werden.

☞ Vorpumpe aus Schrank (Rückseite) entnehmen.

> ☝ Pumpen-Schublade entriegeln (Doppelbart-Schlüssel), Schublade mit Pumpe herausziehen. Nach Lösen des Hebels der Pumpenbefestigung kann die Pumpe entnommen werden.

☞ Turbo-Molekularpumpe mittels Wellschlauch mit Vorpumpe verbinden.

☞ Signalleitungsstrang am Ofen anschließen.

> ☝ In der Regel sind die Signalleitungen, die Stromversorgung der Vorpumpe etc. am Schaltschrank bereits angeschlossen.

2.2. *Inbetriebnahme*

☞ Stromversorgung herstellen (CEE 380V/16A Stecker)

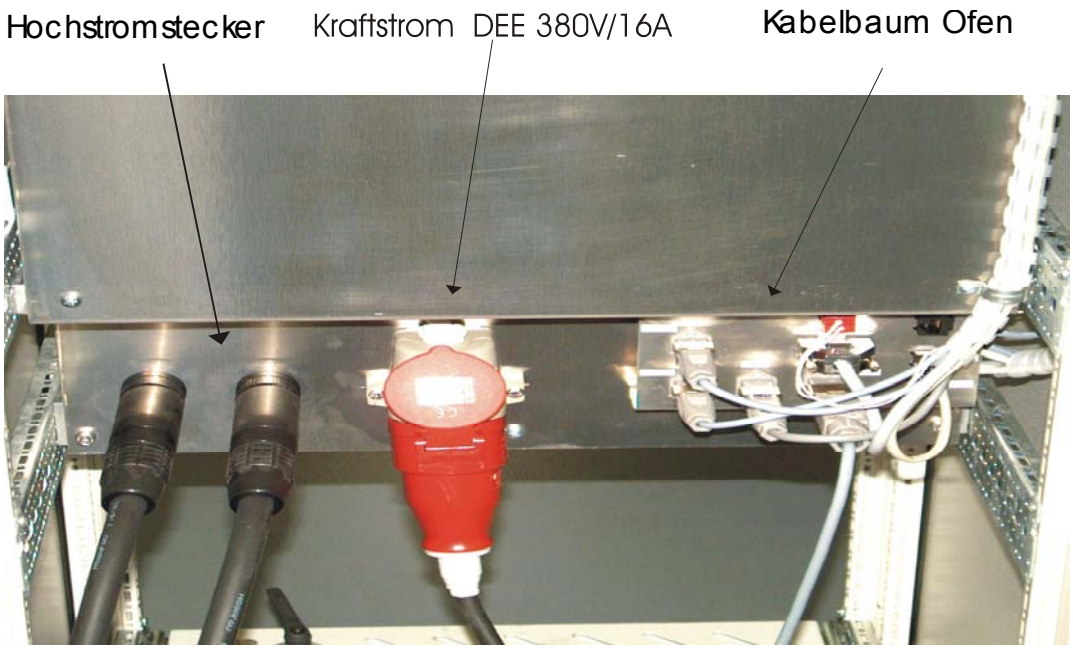

Abb. 1: Anschlüsse des Geräts (Rückseite Schrank)

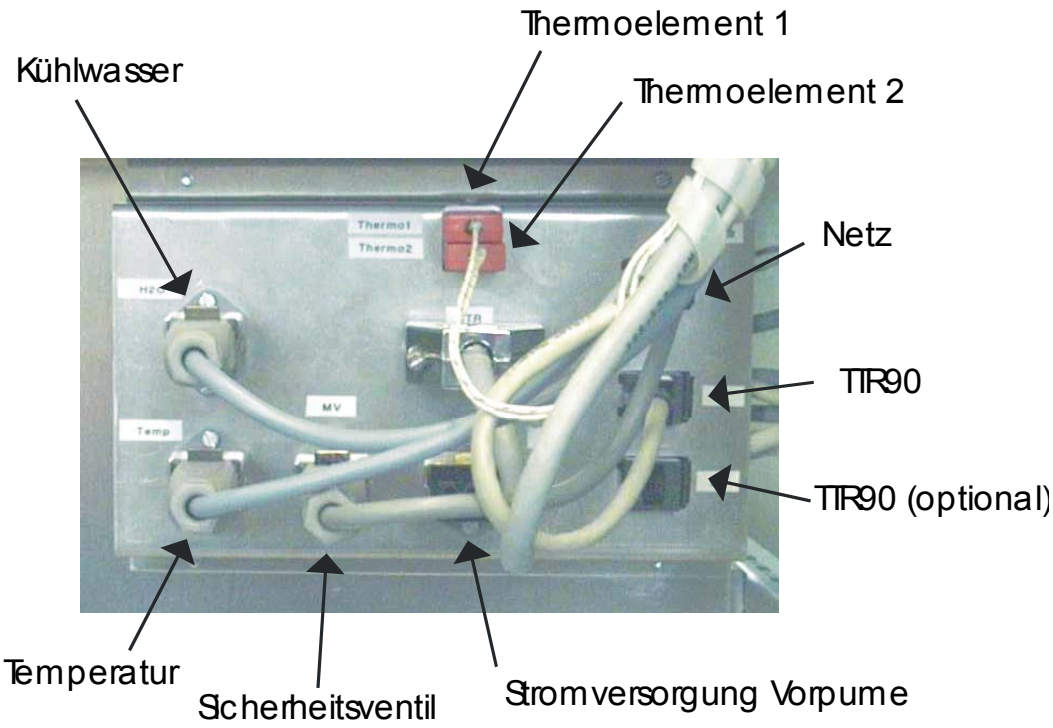

Abb. 2: Anschlüsse zum Ofen (Rückseite Schrank)

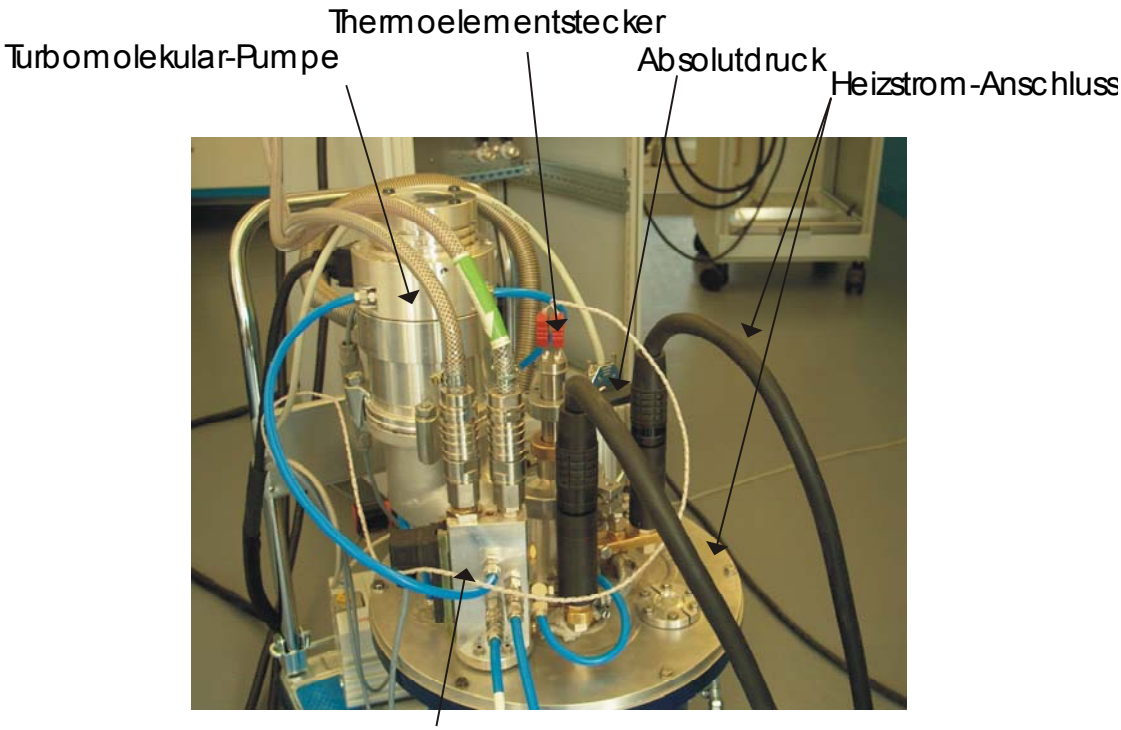

Abb. 3: Anschlüsse Ofendeckel

☞ Kühlwasserschläuche am Ofen und Medienverteiler anschließen.

☝ Vor- bzw. Rücklauf beachten ! (Pfeilmarkierung am Schlauch)

☞ Hauptschalter einschalten (rechte Seitenwand am Schrank)

☝ o Warnleuchte Vakuum blinkt (Frontseite Schrank) o Warnleuchte H_2O blinkt (Frontseite Schrank)

☞ Kühlwasser Vor- und Rücklauf an Medienverteiler öffnen.

- Warnleuchte H_2O erlischt
- der Kühlwasserdruck wird am Kühlwasser-Verteiler (Ofendeckel) auf max. 2 bar begrenzt

Evakuieren des Ofens

- Kontrolle der Probenstab-Quetschdurchführung auf Dichtigkeit
- Kontrolle bzw. Schließen des Belüftungsventils
- Drücken der Taste „Start“ an der Turbotronik NT20.

- Vorpumpe läuft an.
- Nach ca. 3min läuft die Turbo-Molukarpumpe an
- Nach Erreichen von $4x10^{-4}$ mbar erlischt die rote Blinklampe „VAC“ (Frontseite Schrank).

- Alle Warnleuchten sind aus, der Ofen ist betriebsbereit

3. Heizen und Abschalten

3.1. Heizen

☞ Am Temperaturregler Ausgangsleistung durch Drücken der Taste „MAN“ automatisch auf „0“ setzen oder im Menü OP manuell auf „0“ setzen (siehe Temperaturregler Eurotherm 2404)

Der Temperaturregler des Ofens ist nach dem Einschalten des Hauptschalters sofort betriebsbereit und regelt auf den gerade angezeigten aktuellen Sollwert, bzw. die gerade eingestellte maximale Heizleistung.

Aus Sicherheitsgründen wird der Heizstrom erst durch Drücken des Tasters „Heater“ eingeschaltet

Mit Ausgangsleistung = 0 bleibt der Regler inaktiv und verhindert nach Betätigen des Tasters „Heater“ das Heizen mit maximaler voreingestellter Heizleistung.

☞ Temperaturregler parametrieren (siehe Temperaturregler Eurotherm 2404)

Einstellen des Sollwertes, der max. Ausgangsleistung, der PID-Parameter, Wahl des Regel-Thermoelementes, Konfigurieren von Programm-Sequenzen etc.

☞ Grüne „Ein“ Taste (Heater on) drücken

Der Heizstrom des Ofens lässt sich in folgenden Betriebszuständen **nicht** einschalten (bei Betrieb schaltet der Ofen bei Auftreten der folgenden Störungen ab).

- kein Kühlwasser bzw. Kühlwasser fällt aus bzw. zu geringer Druck
  (Warnleuchte H2O blinkt)
- Vakuum im Rezipient > 4 x 10^{-4} mbar
  (Warnleuchte VAC blinkt)
- Temperatur am Ofendeckel > 80 °C
  (Warnleuchte Temp blinkt)

Die Sicherheitsschaltung arbeitet mit einer voreingestellten Verzögerungszeit (10 Sekunden). Zeitlich begrenzte Störungen führen nicht zu unmittelbarer Abschaltung.

Die Sicherheitsmerkmale lassen sich durch Drücken des entsprechenden Leucht-Tasters überbrücken. Im überbrückten Zustand geht das Blinken in ein Dauerleuchten über (optische Anzeige für überbrückten Fehler-Zustand), der Heizstrom kann eingeschaltet werden

Es liegt in der Verantwortung und Beurteilung des Nutzers, die Sicherheitsschaltungen zu überbrücken.

Fällt der Fehler-Zustand in den Normal-Zustand zurück, erlischt die entsprechende Warnleuchte, die Ofensteuerung geht in den Normal-Zustand über.

Auf „AUTO“ schalten bzw. im Modus „MAN“ gewünschte Heizleistung einstellen oder durch Betätigen der Taste RUN / HOLD Programm starten

3.2. Ofen außer Betrieb nehmen

☞ Heizung abschalten (roter Taster „Heater off“)

> ☝
>
> Es wir der Heizstrom abgeschaltet. Die Abschaltung hat keinen Einfluss die Einstellungen bzw. das Regelverhalten des Temperatur-Reglers.
> Bei Wiedereinschalten des Heizstromes arbeitet der Regler mit den dann vorliegenden Ist- Wert bzw. den eingestellten Soll-Wert.
> (vgl. 3.1)

☞ Vakuumsystem abschalten (Taste „Stop“ an der Turbotronik NT20).

> ☝
>
> Beim Abschalten der Pumpen schließt automatisch das Sicherheitsventil (Ventil am Ausgang der Turbo-Molekularpumpe). Der Ofenkörper und die Turbo-Molekularpumpe bleiben evakuiert, die Vorpumpe wird belüftet. Bei Wiedereinschalten der Pumpen öffnet das Ventil erst bei Erreichen eines ausreichenden Vakuums in der Vorpumpenleitung.

☞ Warten bis Ofen auf ca. 200 °C

> ☝
>
> Belüften bzw. Öffnen des Ofens bei Temperaturen oberhalb ca. 200 °C kann zu Schäden am Heizelement, den Strahlungsschilden oder der Probe führen.

☞ Ofen kann über Belüftungsventil belüftet und der Probenstab entnommen werden.

☞ Hauptschalter ausschalten (rechts an der Seitenwand)

☞ Netzstecker ziehen

4. Temperaturregler Eurotherm 2404

Im Rahmen des Handbuches wird nur ein Überblick über die wichtigsten Funktionen des Reglers gegeben. Für spezielle Anwendungen wie z.B. das Programmieren und abarbeiten von Programmsequenzen oder Änderungen bestimmter Regler-Konfigurationen wird auf die Bedienungsanleitung des Eurotherm 2404 verwiesen.

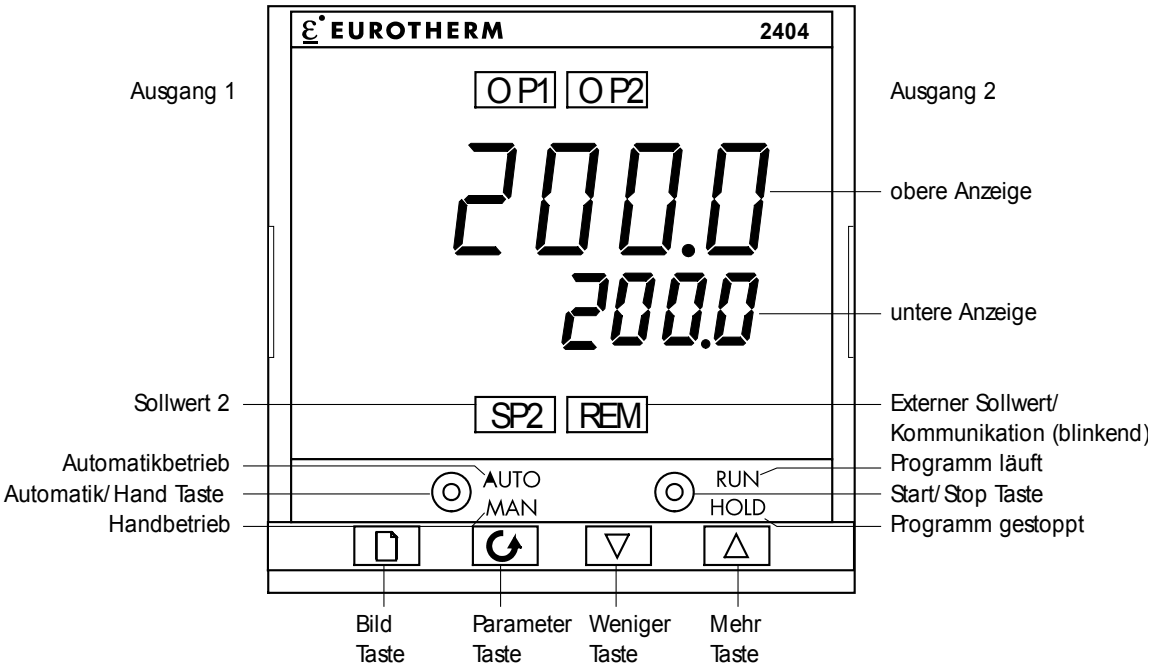

Abb. 4: Frontansicht Eurotherm 2404

Der Regler bietet zwei Betriebsmodi:

Im Modus „AUTO“ (Anzeige „AUTO“ aktiv) wird entsprechend der gewählten Regelparameter (max. Ausgangsleistung, PID-Parameter etc.) auf die voreingestellte Soll-Wert Temperatur geregelt.

Im Modus „MAN“ (Anzeige „MAN“ aktiv) gibt der Regler eine feste, voreingestellte (Heiz-) Leistung ab. Es findet keine Regelung statt. Der Ofen erreicht die Temperatur, die der voreingestellten Heizleistung entspricht.

4.1. Automatik-Betrieb

- Taste „AUTO“ am Eurotherm drücken
- Große Anzeige zeigt **Ist-Wert**
- Kleine Anzeige zeigt voreingestellten **Sollwert**
- Mit ▲▼Tasten Sollwert einstellen (siehe 4.3)

Der Regler bietet die Möglichkeit Programme automatisch abzuarbeiten (Taste RUN/HOLD aktiv). Um sicher zu stellen, dass kein Programm Im AUTO-Betrieb ungewollt abläuft, Taste RUN/HOLD ca. 3 sec. gedrückt halten (deaktivieren des Programm-Modus).

4.2. Manueller Betrieb

- Taste AUTO/MAN auf „MAN“ setzen
- Große Anzeige zeigt **Ist-Wert**
- Kleine Anzeige zeigt voreingestellte **Heizleistung**
- Mit ▲▼Tasten Heizleistung einstellen (siehe 4.3)

4.3. Parameter setzen

Temperatur-Sollwert setzen:

- Taste AUTO/MAN auf „Auto“ setzen (AUTO wird angezeigt)
- Mit ▲▼Tasten Soll-Temperatur setzen

Ausgangsleistung-Sollwert setzen:

- Taste AUTO/MAN auf „MAN“ setzen (MAN wird angezeigt)
- Mit ▲▼Tasten Ausgangsleistung setzen (in %)

Ausgangsleistung-oberes Limit setzen:

- Taste Parameter drücken -> OP.Hi
- Mit ▲▼Tasten %-Wert einstellen

4.4. Parameter anzeigen

Arbeits-Ausgangsleistung im Modus AUTO anzeigen:

- Taste Parameter drücken -> OP Leistung in % wird angezeigt

Umschalten Thermoelement 1 oder 2 (bzw. Auswahl Sensorkanal:)

- o Taste Parameter drücken -> PviP
- o PV-iP1 oder PviP-2 mit ▲▼Tasten wählen

Der Regler regelt auf das jeweils aktivierte (angezeigte) Thermoelement. Bei Vorliegen einer Temperaturdifferenz beider Thermoelemente kommt es beim Umschalten zu evtl. ungewollten Nachregeln.

5. Leybold Combivac IT23

Erläuterungen zur Abb. 1

1 Taste HV / EMIS
2 Taste ITR
3 Taste S 2
4 Taste S 1
5 Statusfeld
6 *Bereichsunter- bzw. Bereichsüberschreitung*
7 Bargraph-Anzeige
8 *Numerische Anzeige*
9 Hinweis auf Gebrauchsanleitung
10 Maßeinheiten
11 *Automatische Anzeigeumschaltung*
12 Gerätefehler
13 Taste PARA
14 Parameter vergrößern (Inkrement)
15 Parameter verkleinern (Dekrement)

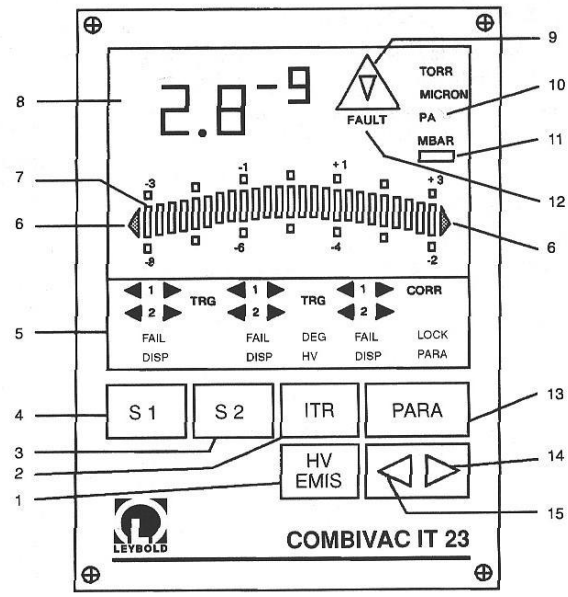

Abb. 5: Frontansicht des Combivac IT 23

Messkanal Auswahl

- o durch drücken der Tasten **S1, S2, ITR** wird der entsprechende Messkanal ausgewählt. Der ausgewählte Kanal wird mit „DISP“ angezeigt.

Maßeinheit umschalten

- Durch 2x Drücken der Taste Para und dann Inkrement „>“ Messeinheit mbar, Tor, Pa, auswählen.

Schaltpunkteinstellung

Über diesen Schaltpunkt wird die Abschaltung des Heizers bei einem Vakuum > $4x10^{-4}$ mbar gesteuert

- Zugeteilte Trigger werden im Statusfeld durch leuchtende „< >“ angezeigt
- Einstellen der Trigger-Schwellen werden durch 1x drücken „Para“ , dann Scrolltasten < > geändert.

6. Turbotronik NT20

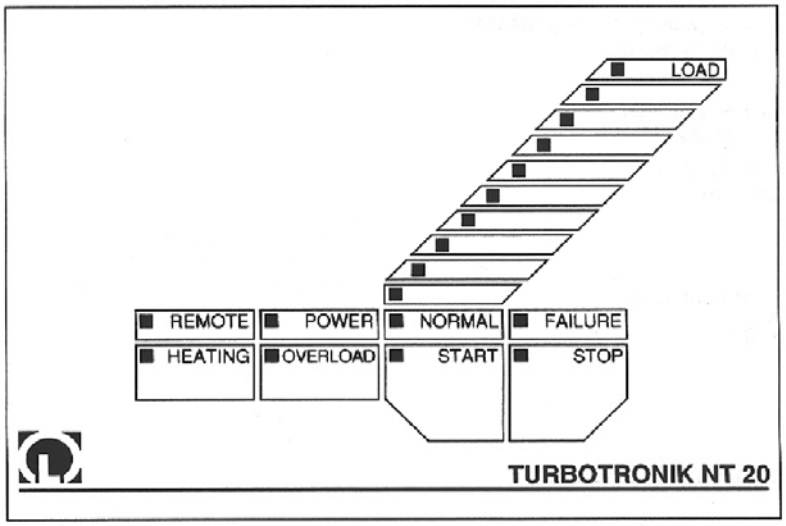

Abb. 6: Frontansicht Turbotronik NT 20

- Heating: nicht vorgesehen
- Start: Start Vorpumpe, Hochlauf der TURBOVAC nach ca. 3 Minuten
- Stop: Vorpumpe und TURBOVAC ausschalten, Fehlermeldung zurücksetzen

LED Betriebszustand-Anzeige

LOAD (LED Kette)	grün	LED “START” leuchtet: Drehzahl der TURBOVAC LED “OVERLOAD” leuchtet: Drehzahl der TURBOVAC LED „NORMAL“ leuchtet: Motorstrom
	blinkt	LED „FAILURE“ leuchtet: Fehlercode
REMOTE	gelb	leuchtet, falls Frequenzwandler über Fernsteuereingänge gesteuert wird (Tasten werden ignoriert)
POWER	grün	Netzversorgung eingeschaltet
NORMAL	grün	Normal-Betrieb, Drehzahl > 80% Solldrehzahl Blinkt bei Hochlauf und „OVERLOAD“
FAILURE	rot	Fehler
HEATING	grün	Heizung (nicht vorhanden)
OVERLOAD	gelb	Überlast, Drehzahl nach Hochlaufzeit < 80 % Soll-Drehzahl
START	grün	Hochlauf der TURBOVAC, blinkt während Startverzögerung (Vorpumpe)
STOP	grün	TURBOVAC ausgeschaltet

7. Frontpanel Alarmmeldungen (VAC, Temp, H2O)

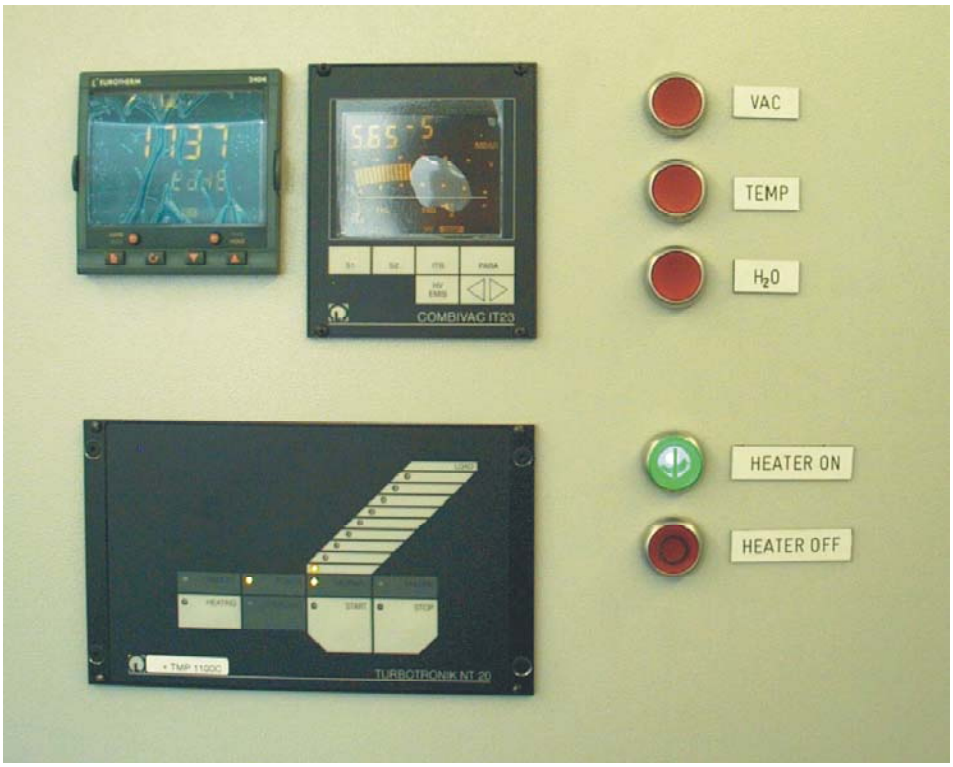

Abb. 7: Frontansicht Schaltschrank

Rote Lampe “VAC” (Vacuum) blinkt

- Vakuum im Ofen ist > $4x10^{-4}$ mbar gestiegen

Rote Lampe “TEMP“ (Temperatur) blinkt

- Temperatur des Ofenkörpers (Sensor am Saugrohr der Turbo-Molekularpumpe) über ca. 80 °C

Rote Lampe „H2O“ (Kühlwasser) blinkt

- Wasserkühlung ist ausgefallen (Wasserwächter im Rücklauf)

- Die Zeitspanne zwischen ausgefallenen Signal bzw. der aufgetretenen Fehlfunktion bis zum Blinken der Warnlampe beträgt 10 Sekunden (=Voreinstellung)
- Jede dieser vorgenannten roten Warnmeldungen kann durch drücken der jeweiligen blinkenden Warnlampe überbrückt werden.
- In dieser Betriebsart übernimmt der Benutzer selbst jegliche Kontrolle, hinsichtlich Wasserkühlung, Temperatur und Vakuum
- Bei Wiederherstellung des Regelbetriebes wird die Funktion automatisch wieder hergestellt und das System läuft normal weiter.

8. Konfigurieren und Grundeinstellungen der Geräte

8.1. Eurotherm Regler-2404

Zugriffsebenen

- Drücken der Page-Taste bis ACCS
- Parameter-Taste drücken
- Code auf „1“ setzen
- Parameter-Taste drücken
- Zugriffcode FULL wählen

Full-Ebene:

Obere Sollwert Temperatur setzten

- Menu> SP- SP Hi

Maximale Ausgangsleistung setzen

- Menü-> OP- OP.Hi-> Scrolltasten

Selbstoptimierung der Regelschleife

- Menü: Atun > Parameter „etun on“
- zurück in Hauptmenu durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „Page und Parameter“ und
- abwarten bis etun aufhört zu blinken.

8.2. Leybold Combivac IT 23

Zuteilung Triggerrelais:

- 2x drücken „PARA“, -Inkrement “>“drücken , - „PARA“ bis zum gewünschten Relais (Parameterseite 10). „< >“
- default ist „reL2 L“.
- Schnittstellenbeschreibung s. S. 18 Handbuch

8.3. Turbotronik NT20

an der Rückseite des Gerätes kann der Zeitversatz zwischen Anlauf der Vorpumpe und der Turbo-Molekularpumpe eingestellt werden (Delay). Voreingestellt sind drei Minuten.

9. Technische Daten Ofen

9.1. Anschlussdaten

o Netzanschluss:	400 V (DEE 380V/16A Stecker)
o el. Leistungsaufnahme	4 kW
o Kühlwasser-Einlassdruck	> 1 bar (am Verteiler auf 2 bar begrenzt)
o Kühlwasserbedarf	2 – 3 l/min
o Kühlwasserkupplung:	Fa. Walther, Typ KL-006-0-SL013-50-1 für Schlauch ∅ 13 mm
o Vorpumpe	230 V

9.2. Ofenkörper

- Außenmaße Ø 370mm
- Gewicht ca. 21kg
- Heizelementabschirmung - 5 NIOB-Schilder
- Höchsttemperatur 1850°C
- Mittlere Fensterhöhe / Proben 165mm v. Unterkante Bodenflasch
- Probenstabflansch KF 50
- Gesamt-Materialstärke Niob im Bereich Strahlfenster: 0,7 mm
- Gesamt Materialstärke Aluminium im Strahlfenster: 2 mm

9.3. Skizze Ofenkörper

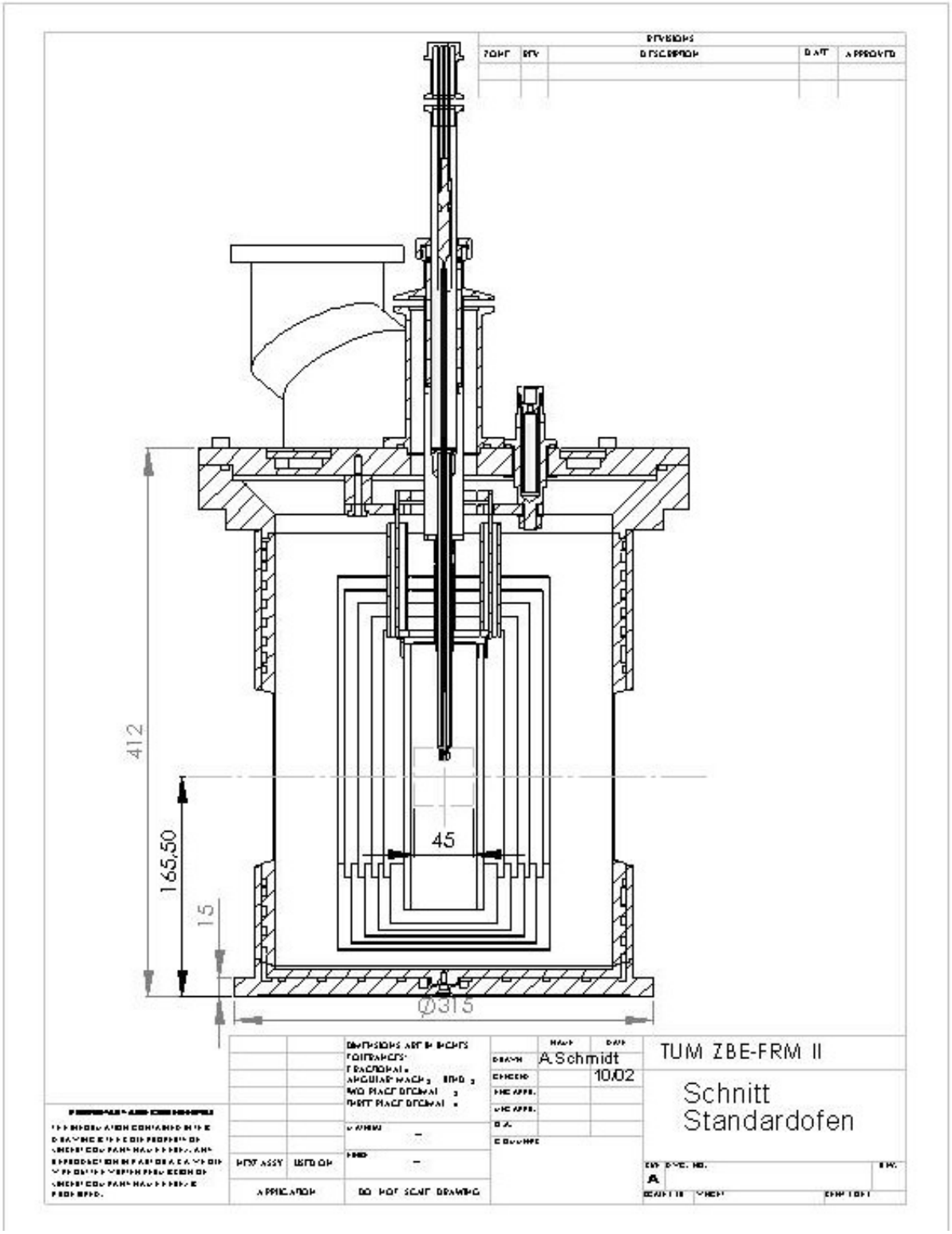

Abb. 8: Schnittansicht Standardofen mit Bemaßung

9.4. Skizze Probenstab

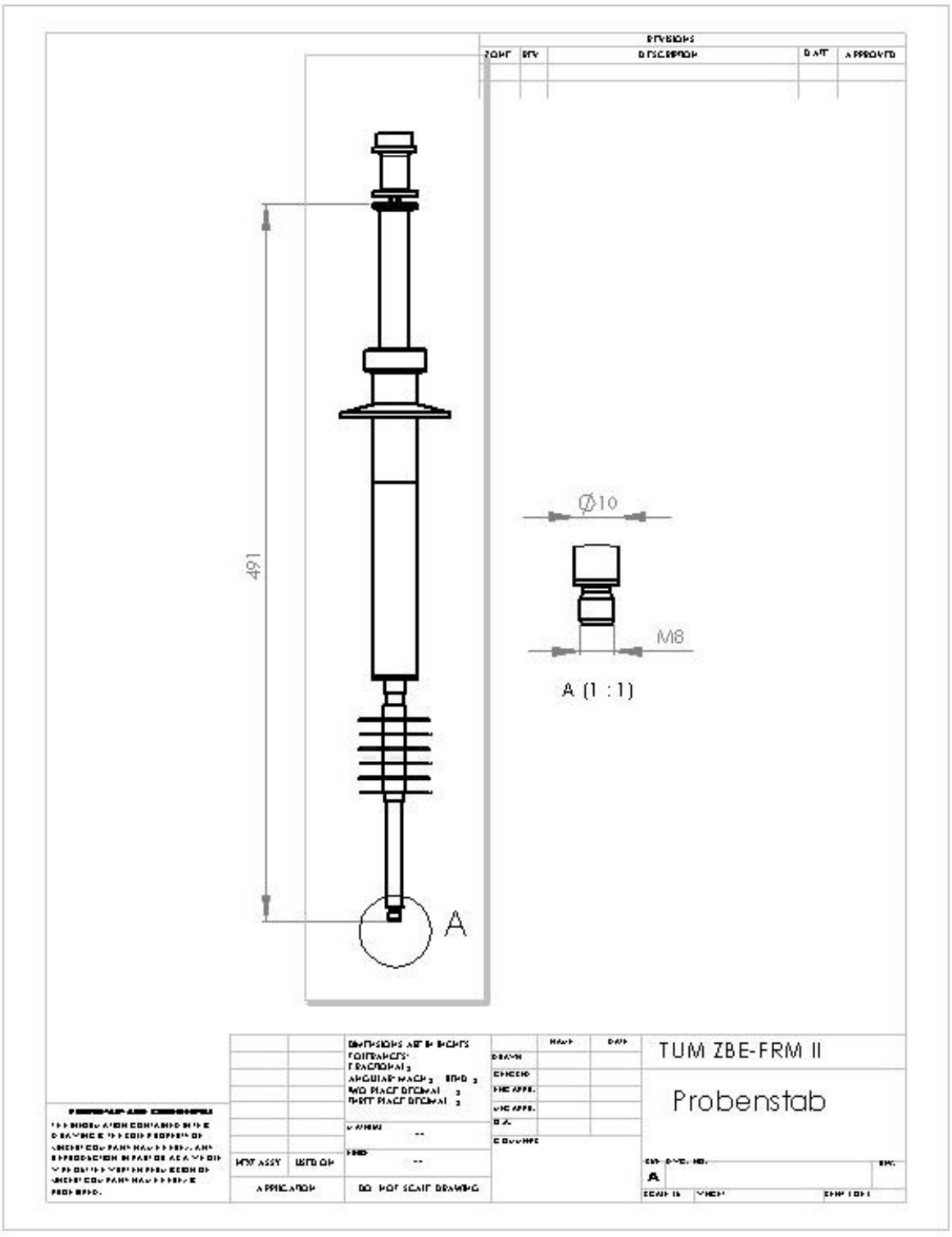

Abb. 9: Probenstab mit Bemaßung